Кочнева А.А., Шакирова Ю.А.

Методы оценки качества цифровых моделей рельефа

*Санкт – Петербургский горный университет
(Россия, Санкт – Петербург)*

doi:10.18411/spc-12-04-2018-22

idsp: 000001:spc-12-04-2018-22

При создании цифровых моделей рельефа (ЦМР) главным фактором является оценка точности полученных моделей.

В данном исследовании предлагается провести оценку точности цифровых моделей рельефа, сравнивая данные ВЛС с данными тахеометрической съемкой, которые принимаются за эталонные.

При статистической оценке точности высот воздушного лазерного сканирования использовался программный продукт ГИС ArcGIS. Тахеометрическая съемка была выполнена электронным тахеометр Sokkia SET 530RK3.

В качестве анализируемого участка был выбран участок площадью 15000 м² в залесенной, всхолмленной местности с углом наклона порядка 40.

Для сравнительного анализа были взяты следующие исходные данные:

- массив точек лазерных отражений, который соответствует классу «земля»;
- пикеты тахеометрической съемки, полученные для масштаба 1:1000, с сечением рельефа 0,5 м. Количество пикетов составляет 52.

При анализе данных использовалась проектная система координат. Был проведен сравнительный анализ цифровой модели рельефа, которая была построена по пикетам тахеометрической съемки (была принята за эталонную) и ЦМР создавалась по алгоритму триангуляции Делоне, а также цифровой модели рельефа, полученной по данным воздушного лазерного сканирования (ВЛС). Созданные ЦМР (TIN модели) были конвертированы в GRID-растры (GRID-поверхности) для удобства сравнения двух растров.

Шкала высот, м

168,50 - 169,00
 169,00 - 169,50
 169,50 - 170,00
 170,00 - 170,50

170,50 - 171,00
 171,00 - 171,50
 171,50 - 172,00
 172,00 - 172,50
 172,50 - 173,00

Рисунок 1 – Рельеф, полученный по данным ВЛС

Рисунок 2 – Рельеф, полученный по данным тахеометрической съемки

Анализируя две карты, можно сделать вывод о небольшом различии, на рисунке 2 (рельеф, полученный по тахеометрической съемке) наблюдается сглаживание рельефа. Необходимо выявить величину расхождения высот цифровой модели рельефа

полученной по данным тахеометрической съемки и цифровой модели рельефа полученной по данным воздушного лазерного сканирования.

Сравнение двух ЦМР выполнялось в программном продукте ГИС ArcGis [4] по регулярной сетке квадратных ячеек с длиной стороны 0,5 м. В узлах сетки были получены расчетные точки. Для этих точек с двух анализируемых ЦМР извлекались высотные отметки и рассчитывалась разность расхождения высот (ΔH).

Итоговый результат представлен на рисунке 3, в виде диаграммы:

63,8% - от 0,15 - 0,19 м; 19,2% - от 0,10 - 0,15 м, 9,0% - менее 0,10 м. Стоит отметить, что наибольшее и наименьшее значения имеют разные знаки. Стоит отметить, что 8,0 % от общего числа имеют расхождение более 0,19 м.

Рисунок 3 – Диаграмма распределения разностей высот ΔH

Можно сделать вывод, о достаточной точности создания ЦМР по данным ВЛС для масштаба 1:1000. Тестовый участок были взят в залесенной, всхолмленной местности с углом наклона порядка 40. Максимально допустимая величина погрешности съемки рельефа, согласно нормативам, равна 0,19 м[1,2,3].

Рисунок 4 – Разность высот ΔH , которая превышает нормативный допуск на специально выделенных контрольных участках

Следовательно, на основе проведенного анализа, рекомендуется в качестве участков для контроля данных ВЛС выбирать участки, расположенные на местности с наибольшими углами наклона, а также участки с техногенным характером рельефа. Кроме того, цифровые модели рельефа, созданные по данным ВЛС для техногенного рельефа, т.е. для формповерхности, которые

возникают в результате производственной деятельности человека – выемки, насыпи, отвалы, необходимо уточнять тахеометрической съемкой.

1. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 : [ГКИНП-02-033-82: введен 01.01.1983]. – М. : Недра, 1985. – 151 с.
2. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых карт и планов : [ГКИНП (ГНТА)-02-036-02: введен 01.08.2002]. – М. : ЦНИИГАиК, 2002. – 100 с.
3. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS : [ГКИНП (ОНТА)-02-262-02: введен 01.03.2002]. – М. : Роскартография, 2002. – 56 с.
4. Руководство пользователя ГИС ArcGis.

Кочнева А.А., Голунцов А.С.

Методы создания координатной основы при проектировании автомобильных дорог

*Санкт – Петербургский горный университет
(Россия, Санкт – Петербург)*

doi:10.18411/spc-12-04-2018-23

idsp: 000001:spc-12-04-2018-23

Проектирование протяженных объектов, таких как линейные сооружения, всегда было трудоемким процессом. Для этого необходима точная координатная основа.

Эффективное применение ВЛС связано с решением ряда задач. Основной вопрос состоит в построении цифровой модели рельефа, которая будет содержать минимальное количество точек лазерных отражений и полностью отражать рельеф местности.

Существуют различные классификации рельефа местности. В основном рельеф делят по крутизне земной поверхности. Согласно Инструкции [1] по характеру рельефа местность делится на следующие группы: - равнинная с углами наклона до 20, - всхолмленная с углами наклона до 40, - пересеченная с углами наклона до 60, - горная и предгорная с углами наклона более 60. В качестве исходных данных предлагается использовать данные воздушного лазерного сканирования, а это огромный массив данных. В процессе классификации выделяется класс «земля», который используется для создания цифровых моделей рельефа. В предлагаемой методике необходимо еще уменьшить количество ТЛО класса «земля».

Было выполнено моделирование различных форм рельефа с разной плотностью точек лазерных отражений на 1 м². Сравнение моделей с различной плотностью точек лазерных отражений на 1 м² проводилось в программном продукте ГИС ArcGis [2]. Для этого создавалась регулярная сетка ячеек и в узлах сетки вычислялись высоты. Для оценки полученных моделей с разным количеством точек лазерных отражений, необходимых для отображения рельефа поверхности, от высот «плотной» ЦМР вычитались высоты «разреженных» ЦМР. Выполнялся статистический анализ полученных ошибок и средних квадратических погрешностей (СКП).

В качестве тестового участка был взят участок, с углом наклона до 40 , площадью 6124,17 м². Участок расположен в лесной местности.

Общее количество точек лазерных отражений – 64250 точки, следовательно, 10.49 т/м². Для данного участка было проведено моделирование рельефа и определено минимальное количество ТЛО на 1м².